

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 7 月 15 日 (15.07.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/059926 A1

(51) 国際特許分類⁷: H04L 12/56
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/016687
(22) 国際出願日: 2003 年 12 月 25 日 (25.12.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2002-378457
2002 年 12 月 26 日 (26.12.2002) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電
器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUS-
TRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市
大字門真1006番地 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): シー チャン ワー

(NG, Chan-Wah) [SG/SG]; 271009 シンガポール ヒム
モーロード、ブロック 9A、#09-140 Singapore (SG).
タン ベク ユー (TAN, Pek-Yew) [SG/SG]; 547325 シン
ガポール パームグローヴアヴェニュー 23、#03-28
Singapore (SG). 上 豊樹 (UE, Toyoki) [JP/JP]; 〒236-0037
神奈川県 横浜市 金沢区大浦東1-34-3-C521 Kanagawa
(JP).

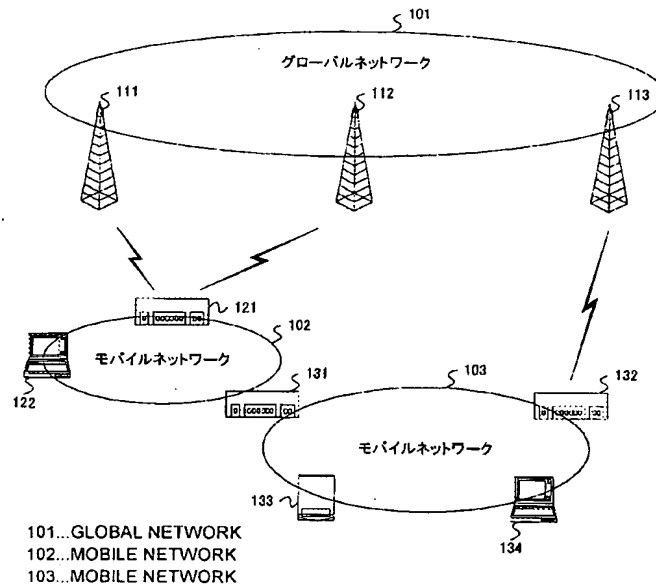
(74) 代理人: 鷺田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒206-0034
東京都 多摩市 鶴牧1丁目24-1 新都市センタービル
5階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE,
DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: MOBILE NETWORK CONTROL DEVICE AND MOBILE NETWORK CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: モバイルネットワーク制御装置およびモバイルネットワーク制御方法



(57) Abstract: In a mobile router, a tunnel failure detection unit detects failure of packet tunneling executed by using a mobile router interface. According to the failure of the packet tunneling detected, a multihoming detection unit searches an interface having a connection route to a global network among a plurality of interfaces of the mobile router. A bidirectional tunneling unit executes packet tunneling by using the interface searched instead of the interface in which the packet tunneling failure has been detected.

[続葉有]



(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

モバイルルータにおいて、トンネル障害検知ユニットは、モバイルルータのインタフェースを用いて実行されたパケットトンネリングの障害を検知する。マルチホーミング検出ユニットは、検知されたパケットトンネリングの障害に従って、モバイルルータが有する複数のインタフェースの中から、グローバルネットワークへの接続経路を有するインタフェースを検索する。双方向トンネリングユニットは、パケットトンネリングの障害の検知されたインタフェースの代わりに、検索されたインタフェースを用いてパケットトンネリングを実行する。

明 細 書

モバイルネットワーク制御装置およびモバイルネットワーク制御方法

5 技術分野

本発明は、モバイルネットワーク制御装置およびモバイルネットワーク制御方法に関し、特に、グローバルデータ通信ネットワーク（以下「グローバルネットワーク」と言う）との接続経路を複数有するモバイルネットワーク制御装置およびそのモバイルネットワーク制御方法に関する。

10

背景技術

- 今日のインターネットは、固定ネットワークノードのシステムの周辺で、多数のデータ通信ネットワーク（以下「ネットワーク」と言う）が展開する段階に発展している。これらの周辺ネットワークは、エッジネットワークとして知られており、一方、エッジネットワークに囲まれた固定ネットワークノードのシステムは、コアネットワークとして知られている。無線技術の出現および発展で、これらのエッジネットワークはさらに無線のソリューションに用いられるようになってきている。例えば、"Network Mobility Support Terminology" (Ernst, T., and Lach, H., Internet Draft: draft-ernst-nemo-terminology-01.txt, Oct 2002, Work in Progress) および "Network Mobility Support Requirements" (Ernst, T., and Lach, H., Internet Draft: draft-ernst-nemo-requirements-00.txt, Oct 2002, Work in Progress) に記述されているように、モバイルネットワークと呼ばれる特別なエッジネットワーク、つまり移動するネットワークが形成されつつある。
- 25 モバイルネットワークは、ネットワーク全体がインターネットなどのグローバルネットワークへの接続点を変更するノードのネットワークであり、通常、異なるアクセスルータ（実際には、アクセスルータ自身が移動可能であ

る)間でグローバルネットワークへの接続点を変更する、モバイルネットワーク内のモバイルルータ(モバイルネットワークをグローバルネットワークにつなぐデバイス)を必要とする。例えば、モバイルネットワークは、人々(パーソナルエリアネットワークまたはPANとして知られる)に接続されたネットワークや、自動車、列車、船、航空機のような乗り物に配置されたセンサのネットワークを含むものである。飛行機、列車、バスなどの大量輸送システムにおいて、ラップトップ、パーソナルディジタルアシスタンス(PDA)、自動車電話を使用して遠隔のホストに接続できるようにするオンボードインターネットアクセスを乗客に提供することが可能となる。そのようなモバイルネットワーク内の個々のノードは、通常、中央の装置(すなわち、モバイルルータ)に接続しており、ネットワークが動く場合には個々のノードは接続点を変更せず、その代わりにネットワーク全体が移動するようにモバイルルータが接続点を変更する。

したがって、モバイルネットワークの問題は、IP v 4 ("Internet Protocol", DARPA, IETF RFC 791, Sep 1981 参照)でのモバイルIP v 4 ("IP Mobility Support", Perkins, C. E. et.al., IETF RCF 2002, Oct 1996 参照)およびIP v 6 ("Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification", Deering, S., and Hinden, R., IETF RCF 2460, Dec 1998)でのモバイルIP v 6 ("Mobility Support in IPv6", Internet Draft: draft-ietf-mobileip-ipv6-18.txt, Work in Progress, June 2002)で言及されている従来のモビリティサポートの問題とは異なっている。モバイルIP v 4やモバイルIP v 6での主要目的は、ネットワーク全体よりもむしろ個々のホストに対するモビリティサポートを提供することである。

モバイルIPでは、各モバイルノードは固有のホームドメインを有している。モバイルノードがそのホームネットワークに接続している場合には、そのモバイルノードには、ホームアドレスとして知られる固有のグローバルアドレスが割り当てられている。一方、モバイルノードが離れている場合、す

なわち、他のフォーリンネットワークに接続している場合は、そのモバイルノードには、通常、気付アドレス (care-of-address) として知られる一時的なグローバルアドレスが割り当てられる。モバイルサポートのアイデアは、モバイルノードが他のフォーリンネットワークに接続された場合でも、ホームドメインを参照してそのモバイルノードに到達できるようにするものである。これは、ホームネットワークにエンティティ (ホームエージェント) を導入することにより達成されるものである。

モバイルノードは、バインディングアップデートとして知られるメッセージを使用して、気付アドレスをホームエージェントに登録する。ホームエージェントは、モバイルノードのホームアドレスに出されたメッセージを傍受しなければならない。そして、IP-in-IP トンネリング ("IP-in-IP Tunneling", Simpson, W., IETF RFC 1853, Oct 1995 および "Generic Packet Tunneling in IPv6", Conta, A., and Deering, S., IETF RFC 2473, Dec 1998 参照) を使用して、モバイルノードの気付アドレスにパケットを転送しなければならない。IP-in-IP トンネリングは、オリジナルの IP パケットを別のパケットでカプセル化することを行うものである。オリジナルのパケットは内部パケット (inner packet) と呼ばれることもあり、内部パケットをカプセル化する新しいパケットは外部パケット (outer packet) と呼ばれることもある。

個々のホストのためのモビリティサポートの概念をノードのネットワークのためのモビリティサポートに拡張すると、モバイルネットワークの問題解決の目的は、インターネット上のどこにモバイルネットワークが接続していても固有アドレスによってモバイルネットワーク内のノードに到達できるようにすることである。これまで、ネットワークモビリティサポートを提供するための主要な試みが幾つか存在している。それらのほとんどは、モバイルルータとモバイルルータのホームエージェントとの間の双方向トンネルを利用するものである ("Mobile Router Tunneling Protocol", Kniveton, T.,

et.al., Internet Draft: draft-kniveton-mobrtr-03.txt, Work in Progress, Nov 2002, "Issues in Designing Mobile IPv6 Network Mobility with the MR-HA Bidirectional Tunnel (MRHA)", Internet-Draft: draft-petrescu-nemo-mrha-00.txt, Work in Progress, Oct 2002, "IPv6
5 Reverse Routing Header and Its Application to Mobile Networks", Thubert, P., and Molteni, M., Internet Draft: draft-thubert-nemo-reverse-routing-header-01.txt, Work in Progress, Oct 2002, および"Mobile Networks Support in Mobile IPv6 (Prefix Scope Binding Updates)", Ernst, T., Castelluccia, C., Bellier, L., Lach, H., and
10 Olivereau, A., Internet Draft: draft-ernst-mobileip-v6-network-03.txt, Mar 2002 参照)。

モバイルルータとホームエージェントとの間の双方向トンネルでは、ホームドメインに存在するときには、モバイルネットワークを管理するモバイルルータが幾つかのルーティングプロトコルを使用してモバイルネットワーク
15 におけるパケットのルーティングを行う。一方、モバイルルータおよびそのネットワークがフォーリンネットワークに移動するときには、モバイルルータがホームエージェントにその気付アドレスの登録を行う。その後、モバイルルータとホームエージェントとの間でIP-in-IPトンネルを設定する。モバイルルータは、ホームドメインに存在したときに使用したルーティ
20 ングプロトコルをIP-in-IPトンネル上でも使用する。これは、モバイルネットワークに向かう全てのパケットがホームエージェントに傍受され、IP-in-IPトンネルを介してモバイルルータに転送されることを意味する。そして、モバイルルータは、そのモバイルネットワーク内のホストにパケットを転送する。また、そのモバイルネットワーク内のノードがネット
25 ワーク外にパケットを送信したい場合には、モバイルルータはパケットを傍受し、IP-in-IPトンネルを介してホームエージェントに転送し、その後、ホームエージェントは意図された受信者（モバイルネットワーク内の

ノードが設定したパケットの宛先)にパケットを送信する。

- ところで、上述の双方向トンネルによる単純なアプローチでは、IPv4
やIPv6における他の強力な特徴（例えば、マルチホーミングなど）の要
求を十分に満たすことはできない。グローバルネットワークへの独立経路を
5 提供する複数のイグレスインタフェースが存在する場合、モバイルネットワ
ークはマルチホームとなり得る。これらのインタフェースが全て同一のルー
タに属する場合は、そのルータのみがマルチホームになっている。そのルー
タの配下に存在するモバイルネットワークのノードは、一つのイグレスルー
タのみが見えるだけであってマルチホームになっていない。一方、これらの
10 インタフェースが別々のルータに属する場合は、モバイルネットワークのノ
ードは複数のイグレスルータが見え、よってマルチホームになっている。

- 一般に、モバイルネットワークは、グローバルネットワークと無線接続を
行っている。近年、無線技術は格段の進歩を遂げているが、まだ有線ネット
ワークに比べて、チャネルの不安定性やノイズの問題が生じやすい。マルチ
15 ホーミングの利点の一つは、あるアップリンクがダウンした場合でもネット
ワークノードがグローバルネットワークと相互に接続するための代替パスを
使用できるという点である。

- しかしながら、モバイルルータによって使用される双方向トンネルのメカ
ニズムでは、ノードは、デフォルトルータとして一つのルータしか選択する
20 ことができない。このルータがグローバルネットワークに接続できなくなっ
た場合、ルータは、ホームエージェントとのトンネルを維持することができ
ない。また、このルータを使用しているノードも、グローバルネットワーク
へのアクティブなリンクを持つ他のモバイルルータが同一ネットワーク上に
存在していてもグローバルネットワークへの接続性を失ってしまう。そして、
25 モバイルネットワークのノードは、やがてデフォルトルータがグローバルネ
ットワークへの経路を失ったことを認識し、代替モバイルルータをデフォル
トルータとして選択することになる。

- このような方式は、モバイルネットワークのノードが自ら経路発見を行うことに依存しており、例えば、非常に限定された処理能力を有する組込型デバイスなどのノードに対して処理負荷を与えてしまうことになる。また、ノードが現在のデフォルトの経路がダウンしたことを認識するための遅延が生
- 5 じる可能性がある。さらに、異なるモバイルルータが異なるサブネットのプリフィックスをブロードキャストするため、モバイルノードが最終的にデフォルトルータの切り替えを行った場合には、異なる気付アドレスを使用しなければならなくなり、ホームエージェントにバインディングアップデートを送信する必要が生じ、経路発見の遅延をさらに増大させてしまう。

10

発明の開示

- 本発明の目的は、モバイルネットワークのノードに処理負荷を与えず伝送効率を向上させることができるモバイルネットワーク制御装置およびモバイルネットワーク制御方法を提供することである。
- 15 本発明の一形態によれば、モバイルネットワーク制御装置は、モバイルネットワークに属するノードとグローバルネットワークとの間に構築され且つ前記グローバルネットワークへの接続経路を有するインタフェースを有し前記モバイルネットワークに属するルータ装置を介して構築された接続を維持するモバイルネットワーク制御装置であって、前記ルータ装置の第一のインタ
- 20 フェースを用いて実行されたパケットトンネリングの障害を検知する検知手段と、検知されたパケットトンネリングの障害に従って、前記ルータ装置の第二のインタフェースを検索する検索手段と、検索された第二のインタフェースを第一のインタフェースの代わりに用いてパケットトンネリングを実行する実行手段と、を有する。
- 25 本発明の他の形態によれば、モバイルネットワーク制御方法は、モバイルネットワークに属するノードとグローバルネットワークとの間に構築され且つ前記グローバルネットワークへの接続経路を有するインタフェースを有し

前記モバイルネットワークに属するルータ装置を介して構築された接続を維持するモバイルネットワーク制御方法であって、前記ルータ装置の第一のインタフェースを用いて実行されたパケットトンネリングの障害を検知する検知ステップと、前記検知ステップで検知したパケットトンネリングの障害に
5 従って、前記ルータ装置の第二のインタフェースを検索する検索ステップと、前記検索ステップで検索した第二のインタフェースを第一のインタフェースの代わりに用いてパケットトンネリングを実行する実行ステップと、を有する。

10 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施の形態に係るモバイルネットワーク制御装置を適用したモバイルルータを有する一般的な通信ネットワークシステムの構成図、

図 2 は、上記モバイルルータの内部構成を示すブロック図、

図 3 は、上記モバイルルータにおける動作例を説明するためのフロー図、

15 図 4 A は、上記モバイルルータにおける他の動作例を説明するためのフロー図、

図 4 B は、図 4 A に示す動作例の続きを説明するためのフロー図である。

発明を実施するための最良の形態

20 上記問題を解決するため、本発明は、モバイルネットワーク制御装置を適用したモバイルルータが代替ルータを代わりに使用できるようにする。これは、モバイルルータが、グローバルネットワークへの独立経路を有するあるイングレスインタフェース (ingress interface) のネットワークセグメント上の他のモバイルルータの存在を検知することを伴う。モバイルルータの
25 グレスリンクが切断した場合、モバイルルータは他のモバイルルータから気付アドレスを取得し、ホームエージェントにバインディングアップデートを送信し、他のモバイルルータを通る双方向トンネルを再構築する。同様に、

- イグレスインタフェース (egress interface) を複数有するモバイルルータも、双方向トンネルを維持する場合にイグレスインタフェース間の切り替えを行うことが可能である。これによって、モバイルネットワークのノードは、デフォルトルータを変更する必要がなくなる。実際、モバイルネットワークの
- 5 ノードは、モバイルルータがグローバルネットワークへの代替経路を切り替えたことを認識する必要がない。このよに、デフォルトルータの切り替えや気付アドレスのバインディングの更新を実行するモバイルネットワークのノードに係るあらゆる余計な処理負荷や待ち時間が取り除かれ、結果的に伝送効率を向上させることができる。
- 10 本発明は、グローバルネットワーク内でローミングするモバイルルータに関し、モバイルルータのイングレスインタフェースに接続するノードとそのホームエージェントとの間での双方向トンネルを介しての接続性を維持するためのものである。本発明では、モバイルルータが受動的にそのイングレス
- 15 インタフェースに入ってくる情報を調べ、グローバルネットワークへの代替経路をブロードキャストする他のモバイルルータが存在するか否かを検知する必要がある。そのような他のモバイルルータが存在する場合、検知を行ったモバイルルータは、イグレスインタフェースに障害が発生した場合に常に上記の代替経路を介してホームエージェントとの双方向トンネルを再構築する。さらに、モバイルルータ自身がマルチホームの場合もある。この場合に
- 20 は、双方向トンネルの主要イグレスインタフェースに障害が発生したとき、モバイルルータがイグレスインタフェース間で接続を切り替えることが可能となる。

- 以下、ローミングネットワーク（モバイルネットワーク）にグローバルな接続性を提供するための装置および方法を開示する。開示される発明の理解
- 25 を支援するため、次の定義が使用される。

「パケット」は、データネットワーク上で伝送可能なあらゆるフォーマットを有するデータの自己内包型ユニットである。パケットは通常、ヘッダお

よびペイロードの二つの部分で構成される。ペイロードは、伝送されるデータを含んでおり、ヘッダは、パケットの伝送を援助するための情報を含んでいる。ヘッダは、パケットの送信者と受信者とをそれぞれ識別するためのソースアドレスおよびデスティネーションアドレスを有する。

- 5 「パケットトンネリング」は、自己内包型のパケットが他のパケットにカプセル化されることを言う。パケットトンネリングの動作は、パケットのカプセル化とも呼ばれる。また、カプセルに入れられているパケットは「トンネル化されたパケット」または「内部パケット」と呼ばれ、内部パケットをカプセルに入れるパケットは「トンネリングパケット」または「外部パケット」
10 と呼ばれる。内部パケット全体は外部パケットのペイロードを形成している。

- ネットワーク要素の「デフォルトルータ」は、あるネットワーク要素が目的地までの他の接続経路を知らず送信した全パケットが届けられるルータであり且つ当該ネットワーク要素と同一リンクに所在しているルータのことを
15 言う。

- 「モバイルノード」は、グローバルネットワークとの接続点を変更するネットワーク要素である。例えば、「モバイルノード」は、エンドユーザ端末や、グローバルネットワークとの接続点を変更することが可能なゲートウェイ、ルータまたはインテリジェントネットワークハブとして機能する中間ネットワーク要素
20 のことを言う。エンドユーザ端末であるモバイルノードは、具体的には「モバイルホスト」と呼ばれる一方、中間ネットワーク要素であるモバイルノードは、具体的には「モバイルルータ」と呼ばれる。

- 「ホームアドレス」は、モバイルノードに割り当てられた主要なグローバルアドレスであり、モバイルノードがグローバルネットワーク上のどこに接続
25 しているかによらずモバイルノードに到達できるようにするために使用するものである。

ホームアドレスが接続点近傍で使用されるアドレスとトポロジ的に互換性

を持つ地点でグローバルネットワークに接続しているモバイルノードは、「ホームにいる」と言う。単一の監視権限により制御される接続点近傍は、モバイルノードの「ホームドメイン」と言う。

- 5 ホームアドレスが接続点近傍で使用されるアドレスとトポロジ的に互換性を持たない地点でグローバルネットワークに接続しているモバイルノードは、「離れている」と言う。この接続点近傍は、モバイルノードの「フォーリンドメイン」と言う。

- 10 「気付アドレス」は、離れているモバイルノードに割り当てられる一時的なグローバルアドレスであり、割り当てられた気付アドレスは、グローバルネットワークへの接続点近傍で使用されるアドレスとトポロジ的に互換性を持つ。

- 15 「ホームエージェント」は、モバイルノードのホームドメインに存在するネットワークエンティティであり、モバイルノードが離れているとき、モバイルノードの気付アドレスの登録サービスを行って、モバイルノードのホームアドレス宛てのパケットをモバイルノードの気付アドレスに転送するものである。

- 20 「バインディングアップデート」は、モバイルノードからそのホームエージェントまたはコレスポンデントノードに対して送られるメッセージであり、送信者（モバイルノード）の現在の気付アドレスを受信者（ホームエージェントまたはコレスポンデントノード）に通知するものである。これによって、受信者側において、モバイルノードの気付アドレスとホームアドレスとの間に「バインディング」が作られる。

以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

- 25 なお、以下の記述では、本発明の完全に理解するための説明において、具体的な数、時間、構造、その他のパラメータが使用されるが、このような具体的な記述がなくても本発明の実施が可能なのは当業者にとって明白である。

図1は、本発明の一実施の形態に係るモバイルネットワーク制御装置を適用したモバイルルータを有する一般的な通信ネットワークシステムの構成図である。図1に示された通信ネットワークシステムにおいて、グローバルネットワーク101にモバイルネットワークに接続する二つのマルチホームの
5 モバイルネットワーク102、103内の動作は最適化される。

図1では、モバイルネットワーク102のモバイルルータ121が、グローバルネットワーク101の二つのアクセスポイント111、112を介してグローバルネットワーク101に接続する二つのイグレスインタフェースを有しているため、モバイルネットワーク102はマルチホームである。また、
10 モバイルネットワーク103も、モバイルネットワーク102に接続しているイグレスインタフェースを介してグローバルネットワーク101に接続し、且つ、グローバルネットワーク101のアクセスポイント113に接続するイグレスインタフェースを介してグローバルネットワーク101に接続しているため、やはりマルチホームである。

15 モバイルネットワーク102、103はいずれもマルチホームではあるが、両者には違いがある。モバイルルータ131は上記イグレスインタフェースにグローバルネットワーク101への接続経路（以下「グローバル接続」と言う）を有していることをブロードキャストしないため、モバイルネットワーク102内のモバイルノード122からは一つのデフォルトルータ、すな
20 わちモバイルルータ121のみが見えている。一方、モバイルネットワーク103内のモバイルノード133、134からは、二つのデフォルトルータ、すなわちモバイルルータ131、132が見えている。

上記のように、異なるタイプのマルチホームのモバイルネットワークが図示されており、これによって本発明を完全に開示することが可能である。

25 図1に示されたモバイルルータ121、131、132は同様の内部構成を有している。図2は、モバイルルータ121、131、132の内部構成を示すブロック図である。

モバイルルータ 121、131、132 は、上位レイヤ部 201、マルチ
ホーミング検知ユニット 202、双方向トンネリングユニット 203、トン
ネル障害検知ユニット 204、単数または複数（例えば N 個）のネットワー
クインタフェース（以下「インタフェース」と言う）205-1、205-
5 2、…、205-N を有する。以下、インタフェース 205-1～205-N
の任意の一つを単にインタフェース 205 と言う。

上位レイヤ部 201 は、例えば IPv4 や IPv6 などのネットワークプ
ロトコルおよびこれよりも上位の全てのプロトコルを扱い端末間接続に関連
した全てのプロトコルをカプセル化する実際のプロトコルスタックを象徴す
10 るブロックである。同様に、インタフェース 205-1～205-N は、全
ての必要なドライバと、物理的なネットワークインタフェースカードを駆動
するために必要なプロトコルスタックとを有する物理的なネットワークイン
タフェースカードを象徴するブロックである。

一般に、インタフェース（例えば、インタフェース 205-1～205-
15 N）には、イグレスインタフェースとして用いられる一つ以上のインタフェ
ースと、イングレスインタフェースとして用いられる一つ以上のインタフェ
ースと、が含まれる。イングレスインタフェースはローカルネットワーク（例
えば、モバイルネットワーク 102、103）上のネットワーク要素（例え
ば、モバイルノード 122、133、134）と接続しており、イグレスイ
20 ンタフェースはグローバルネットワーク（例えば、グローバルネットワーク
101）に接続している。

ここで、ネットワークプロトコル層とネットワークインタフェース層との
間に挿入された中間の機能性（すなわち、マルチホーミング検知ユニット 2
02、双方向トンネリングユニット 203 およびトンネル障害検知ユニット
25 204 の機能性）について詳述する。

マルチホーミング検知ユニット 202 は、グローバルネットワークへのパ
スの有効性をブロードキャストする別のルータが、イングレスリンクの一つ

と同一のリンク上に存在するか否かを検知する。この検知は、パケットフローパス 216 によってインタフェース 205 から入ってくる全てのパケットを検査することによって行われる。これらのパケットは、パケットフローパス 211 によって、通常の処理を行うために上位レイヤ部 201 に渡される。

- 5 さらに、マルチホーミング検知ユニット 202 は、インタフェース 205-1 ~ 205-N の中に、信号フローパス 219 を介してアクティブなイグレスインタフェースが複数存在するか否かを判定することによって、モバイルルータ 121、131、132 自体がマルチホームか否かを検知することも可能である。
- 10 双方向トンネリングユニット 203 は、到来するパケットおよび送出するパケットのための双方向のパケットトンネリングを行う。パケットフローパス 212 から送出される全てのパケットはカプセル化され、ホームエージェントに転送される。上位レイヤ部 201 では、パケットフローパス 212 を経由してグローバルネットワーク 101 に向かうよう定められた送出パケッ
- 15 トの切り替えのみが行われることが期待される。パケットをイグレスリンクの一つに定めるために、上位レイヤ部 201 は、パケットフローパス 213 を用いて適切なインタフェース 205 に直接パケットを切り替えることも可能である。カプセル化の後、送出パケットは、送出されるべき適切なインタフェース 205 に経路が定められることとなる。
- 20 双方向トンネリングユニット 203 は、トンネルの中でカプセル化された到来パケットを脱カプセル化するものでもある。脱カプセル化されたパケットは、通常の処理を行うため、パケットフローパス 212 を経由して上位レイヤ部 201 に渡される。

- トンネル障害検知ユニット 204 は、信号フローパス 218 を介して、双
- 25 方向トンネリングが通るリンクの切断、つまり双方向パケットトンネリングの障害を検知する。トンネルの障害は、ホームエージェントがトンネルパケットを受け取る能力がない場合に起こり得る。このようなトンネルの障害は、

例えば、インタフェース 205 によって指示されたり、または、中間ルータによってパケットが矛盾なく拒絶されたりすることにより、発生する。一般に、インタフェース 205 を含むほとんどの有線または無線のインタフェースは、物理チャネルのリンクステータスを尋ねるためにシステムコールを提供している。トンネル障害検知ユニット 204 は、そのようなシステムコールによってリンクの切断を検知することが可能である。

さらに、何らかの理由によって、中間のネットワークノードが、次の（中間の）目的地にパケットを転送することができない場合、ほとんどのネットワークプロトコルは、この障害を送信者に通知するために送信者にフィードバックする手段を提供している。再び、トンネル障害検知ユニット 204 は、そのような通知を捕らえて、延長された期間にわたってそのような通知を一貫して受け取った後、障害が発生したトンネルを断定することが可能である。障害が検知された場合は、それがトリガーとなって、双方向トンネリングユニット 203 は、信号フローパス 215 を使用して適切な処置を講ずることとなる。

本発明の適用可能性は、グローバルネットワーク 101 への代替経路を持っている他のルータの検知／発見に大きく依存している（以下、説明を容易にするため、グローバルネットワーク 101 への代替経路を有するルータを「代替ルータ」と言う）。したがって、マルチホーミング検知ユニット 202 は、ここで非常に重要な役割を果たす。マルチホーミング検出ユニット 202 は、他の代替ルータの存在を検出するために、到来する全てのパケットを監視し、他のルータによって送られたアドバイズメントメッセージを含んでいるパケットを検知する。

パケット交換型のネットワークにおいて使用されるほとんどのネットワークプロトコルでは、ルータは、そのルータに関する情報を含むアドバイズメントメッセージを同一のリンク上の全てのノードに例えば周期的にブロードキャストする。これらのメッセージから、受信ノードは、そのルータがグ

- ローバルネットワークに対してパスを持っているかどうかを知ることが可能である。例えば、"Neighbor Discovery for IP Version 6" (Narten, T., Nordmark, E., and Simpson, W., IETF RFC 2461, Dec 1998) に記述された I P v 6 近隣探索において、ルータがそのイグレスリンク上のノードにアドバタイズメントメッセージを送信する場合、ルータライフタイムフィールドを零ではない値に設定した上でアドバタイズメントメッセージを送信する。これによりブロードキャストされたライフタイムの間はデフォルトルータ(すなわち、グローバルネットワークに対して接続経路を持っているルータ)として利用可能であることを示すことが可能である。したがって、モバイル
- 5 ルータ 1 2 1、1 3 1、1 3 2 上のマルチホーミング検知ユニット 2 0 2 を I P v 6 環境で実施する場合においては、このことを利用して他の代替ルータの存在を検知することが可能である。一旦代替ルータが検知されたならば、その代替ルータを、マルチホーミング検知ユニット 2 0 2 によって保持されている代替ルータのリストに加えることが可能である。
- 15 さらにモバイルルータ 1 2 1、1 3 1、1 3 2 は、複数のアクティブなイグレスインタフェースを同時に有する可能性、換言すれば、それ自体がマルチホームである可能性もある。これは、マルチホーミング検知ユニット 2 0 2 によって検知される。ただし、イグレスインタフェースの一つが、ローカルネットワークから送出される全てのパケットが使用するプライマリイグレス
- 20 インタフェースとなることを前提とする。また、双方向トンネルが通る通常のイグレスインタフェースにもなる。
- この場合、他のアクティブなイグレスインタフェースは、代替イグレスインタフェースとして区別され、マルチホーミング検知ユニット 2 0 2 によって保持されている代替イグレスインタフェースのリストに格納される。さら
- 25 に、マルチホーミング検知ユニット 2 0 2 は、インタフェース 2 0 5 - 1 ~ 2 0 5 - N を連続的に監視するので、もはやアクティブでないイグレスインタフェースが検知された場合には、このようなイグレスインタフェースを代

替イグレスインタフェースのリストから削除することも可能である。

次いで、モバイルルータ 1 2 1、1 3 1、1 3 2 における動作について説明する。以下の開示の最初の部分では、マルチホームではないモバイルルータ（例えば、モバイルルータ 1 3 2）においてイグレスインタフェースがダウンした場合について記載し、後の部分では、マルチホームのモバイルルータ（例えば、モバイルルータ 1 2 1）においてイグレスインタフェースがダウンした場合について記載することにより、本発明を一般化する。

通常動作下では、双方向トンネリングユニット 2 0 3 は、トンネルパケットを送出するためにプライマリイグレスインタフェースを使用する。トンネル障害検知ユニット 2 0 4 は、プライマリイグレスインタフェースを通るトンネリングの障害を検知した場合、パケットトンネリングのための代替の接続経路が構築されなければならない。なお、以下の説明において、インタフェース 2 0 5 - 1 を、障害が発生したトンネリングに用いられたイグレスインタフェースと仮定する。

まず、マルチホームでないモバイルルータ 1 3 2 における動作について図 3 を参照しながら説明する。

トンネル障害検知ユニット 2 0 4 がインタフェース 2 0 5 - 1 を用いた双方向トンネリングの障害を検知（S 1 0 1 0）した後、マルチホーミング検知ユニット 2 0 2 は、代替ルータのリスト上のルータを取得するためのチェックを行うことにより、グローバル接続を有するルータの有無を判定する（S 1 0 2 0）。この判定の結果、グローバル接続を有するルータが代替ルータのリストに含まれている場合（S 1 0 2 0 : YES）、リスト上の当該ルータを選択し、ステップ S 1 0 3 0 に進む。グローバル接続を有するルータが存在しない、つまり代替ルータのリストが空の場合（S 1 0 2 0 : NO）、モバイルルータ 1 3 2 は切断状態に入らなければならない（S 1 0 4 0）。切断状態では、モバイルルータ 1 3 2 はグローバルネットワーク 1 0 1 に転送すべき全てのパケットを廃棄しイグレスリンクが回復するのを受動的に待機しな

ればならないかもしれないので、ステップS 1 1 1 0に進む。

- ステップS 1 0 3 0では、選択したルータから気付アドレスを取得する必要があるか否かを判断する。例えば、選択したルータが存在するリンクへのイングレスインタフェース、換言すれば、選択したルータへの接続経路を
- 5 有するイングレスインタフェース（本実施の形態では「インタフェース2 0 5 - A」と言う）の現在アドレスが有効なグローバルアドレスでない場合は（例えば、現在アドレスがプライベートアドレスの場合）、選択したルータから気付アドレスを取得する（割り当ててもらふ）必要がある（S 1 0 3 0 : YES）ため、選択したルータから気付アドレスを取得する（S 1 0 5 0）。
- 10 一方、現在アドレスが有効なグローバルアドレスである場合は、選択したルータから気付アドレスを取得する必要性がない（S 1 0 3 0 : NO）ため、ステップS 1 0 5 0、S 1 0 6 0をスキップしてステップS 1 0 7 0に進む。

- なお、マルチホーミング検知ユニット2 0 2は、新しい代替ルータを発見したとき、即座に代替ルータから気付アドレスを取得しても良い。この場合
- 15 は、発見された代替ルータの気付アドレスは、代替ルータエントリとともに代替ルータのリストに格納される。このようにすることで、ステップS 1 0 2 0でルータ選択を行った後にステップS 1 0 5 0で気付アドレス取得を行う必要性をなくすることができる。

- そして、ステップS 1 0 6 0では、ステップS 1 0 5 0での気付アドレス
- 20 取得に成功したか否かを判定する。気付アドレス取得に成功した場合（S 1 0 6 0 : YES）、ステップS 1 0 7 0に進む一方、気付アドレス取得に失敗した場合（S 1 0 6 0 : NO）、ステップS 1 1 0 0に進む。

- ステップS 1 0 7 0では、選択したルータを通じてホームエージェントに
- 25 バインディングアップデートを送信する。このバインディングアップデートは、モバイルルータ1 3 2が双方向トンネルの開始アドレスをインタフェース2 0 5 - Aのアドレスに変更する旨をホームエージェントに通知するために送信される。そして、バインディングアップデート送信に対する肯定応答

(ACK)の受信を待つ。

そして、ステップS1080では、ACKを受信したか否かを判定する。ACKを受信した場合(S1080: YES)、ホームエージェントとの双方向トンネルが臨時措置として新たに構築されたことになる。そして、ステップS1090に進む。一方、ACKの受信待機中にタイムアウトになった場合または否定応答(NACK)を受信した場合(S1080: NO)、ステップS1100に進む。

ステップS1090では、双方向トンネリングユニット203は、インタフェース205-Aを双方向トンネルの出発点(終点)となるインタフェースとして使用できるようにするとともに、インタフェース205-Aから選択したルータへのリンクに関連づけられたグローバルアドレス(気付アドレス)を、双方向トンネルの新しい一時的なソースアドレス(デスティネーションアドレス)として使用できるようにする。そして、インタフェース205-Aを用いた双方向トンネリングを実行する。そして、ステップS1110に進む。

ステップS1100では、選択したルータをリストから除外する。このように、選択したルータをリストから除外するため、代替ルータのリストのメンテナンスを行うことができ、後々に実行される同様の代替経路検索動作を効率化することができる。ステップS1100を実行した後、ステップS1020に戻る。

ステップS1110では、トンネル障害検知ユニット204は、切断されているリンク、つまりインタフェース205-1とグローバルネットワーク101とのリンクの監視を行う。そして、このリンクが回復するまで継続的に監視を行い、このリンクが回復した場合、ステップS1120に進む。ステップS1120では、臨時措置として構築されていた双方向トンネルを解除し、インタフェース205-1を用いた双方向トンネリングを再開する。

なお、図3には示されていないが、トンネル障害検知ユニット204は、

臨時措置として新たに構築されている双方向トンネリングの障害の監視も行う。この双方向トンネリングの障害が検知された場合、図 3 に示されたものと同様の動作が実行されることは明らかである。

また、モバイルルータ 1 3 2 が複数の気付アドレスを同時に登録すること
5 をホームエージェントが認める場合は、上記の動作をさらに最適化することが可能である。より具体的には、マルチホーミング検知ユニット 2 0 2 が新しい代替ルータを発見し、この代替ルータから気付アドレスを取得した場合は常に、取得した気付アドレスを代替気付アドレスとして登録するためのバイ
10 インディングアップデートをホームエージェントに直ちに送信する。このようにした場合、ルータが選択された後に気付アドレス要求やバイディングアップデート送信が行われる必要がない。したがって、臨時措置としての双方向トンネリングの構築が必要になってから実際に双方向トンネリングが構築されるまでの処理を簡略化することができ所要時間を短くすることができる。

15 次いで、マルチホームのモバイルルータ 1 2 1 における動作について図 4 A および図 4 B を参照しながら説明する。

トンネル障害検知ユニット 2 0 4 がインタフェース 2 0 5 - 1 を用いた双方向トンネリングの障害を検知 (S 1 0 1 0) した後、マルチホーミング検知ユニット 2 0 2 は、代替イグレスインタフェースのリスト上のイグレス
20 インタフェースを取得するためのチェックを行うことにより、アクティブなイグレスインタフェースの有無を判定する (S 1 0 1 1)。この判定の結果、アクティブなイグレスインタフェースが代替イグレスインタフェースのリストに含まれている場合 (S 1 0 1 1 : YES)、リスト上の当該イグレス
25 インタフェース (以下「インタフェース 2 0 5 - B」と言う) を選択し、ステップ S 1 0 1 2 に進む。アクティブなイグレスインタフェースが存在しない、つまり代替イグレスインタフェースのリストが空の場合 (S 1 0 1 1 : NO)、ステップ S 1 0 2 0 に進む。すなわち、代替イグレスインタフェースのリス

トが空の場合、モバイルルータ 1 2 1 は、上で説明したモバイルルータ 1 3 2 における動作と同様の動作を引き続き実行することとなる (S 1 0 2 0 ~ S 1 1 2 0)。

5 ステップ S 1 0 1 2 では、選択したインタフェース 2 0 5 - B を通じてホームエージェントにバインディングアップデートを送信する。このバインディングアップデートは、モバイルルータ 1 2 1 が双方向トンネルの開始アドレスをインタフェース 2 0 5 - B のアドレス (気付アドレス) に結びつけるために送信される。そして、バインディングアップデート送信に対する肯定応答 (ACK) の受信を待つ。

10 そして、ステップ S 1 0 1 3 では、ACK を受信したか否かを判定する。ACK を受信した場合 (S 1 0 1 3 : YES)、ホームエージェントとの双方向トンネルが臨時措置として新たに構築されたことになる。そして、ステップ S 1 0 1 4 に進む。一方、ACK の受信待機中にタイムアウトになった場合または否定応答 (NACK) を受信した場合 (S 1 0 1 3 : NO)、ステップ S 1 0 1 5 に進む。

15 ステップ S 1 0 1 5 では、選択したインタフェース 2 0 5 - B をリストから除外する。このように、選択したイグレスインタフェースをリストから除外するため、代替イグレスインタフェースのリストのメンテナンスを行うことができる。ステップ S 1 0 1 5 を実行した後、ステップ S 1 0 1 1 に戻る。

一方、ステップ S 1 0 1 4 では、双方向トンネリングユニット 2 0 3 は、インタフェース 2 0 5 - B を臨時的な双方向トンネルに使用できるようにし、インタフェース 2 0 5 - B を用いた双方向トンネリングを実行する。そして、ステップ S 1 0 1 6 に進む。

25 ステップ S 1 0 1 6 では、トンネル障害検知ユニット 2 0 4 は、切断されているリンク、つまりインタフェース 2 0 5 - 1 とグローバルネットワーク 1 0 1 とのリンクの監視を行う。そして、このリンクが回復するまで継続的

に監視を行い、このリンクが回復した場合、ステップS1017に進む。ステップS1017では、臨時措置として構築されていた双方向トンネルを解除し、インタフェース205-1を用いた双方向トンネリングを再開する。

5 なお、図4Aおよび図4Bには示されていないが、トンネル障害検知ユニット204は、臨時措置として新たに構築されている双方向トンネリングの障害の監視も行う。この双方向トンネリングの障害が検知された場合、図4Aおよび図4Bに示されたものと同様の動作が実行されることは明らかである。

10 また、モバイルルータ121が複数の気付アドレスを同時に登録することをホームエージェントが認める場合は、上記の動作をさらに最適化することが可能である。より具体的には、マルチホーミング検知ユニット202が新しい代替イグレスインタフェースを発見した場合は常に、その気付アドレスを代替気付アドレスとして登録するためのバインディングアップデートをホームエージェントに直ちに送信する。このようにした場合、イグレスインタ
15 フェースが選択された後に気付アドレス要求やバインディングアップデート送信が行われる必要がない。したがって、臨時措置としての双方向トンネリングの構築が必要になってから実際に双方向トンネリングが構築されるまでの処理を簡略化することができ所要時間を短くすることができる。

20 なお、複数のイグレスインタフェースを備えたモバイルルータ121に関する上記の説明は、モバイルルータ121が単一の双方向トンネルのみを有し、複数のイグレスインタフェースの一つのみをプライマリイグレスインタフェースとして使用するよう構成されていることを前提としている。ただし、双方向トンネルのためにプライマリイグレスインタフェースとして使用されるイグレスインタフェースのそれぞれに対してマルチホーミング検知ユニット
25 202、双方向トンネリングユニット203およびトンネル障害検知ユニット204を設けることにより、上記の前提をなくし本発明を拡張することが可能である。この場合、図3に示された動作ならびに図4Aおよび図4B

に示された動作は、各双方向トンネルにおいて実行可能である。特に、ある一つの双方向トンネルに関連したマルチホーミング検知ユニット 202 は、その他の双方向トンネルのプライマリイグレスインタフェースを代替イグレスインタフェースとみなす。そして、必要に応じて双方向トンネリングの障害を補うために、他のプライマリイグレスインタフェースを使用することが可能である。

このように、本実施の形態によれば、ホームエージェントとの双方向トンネリングを使用するモバイルルータが、ネットワークプロトコルにおいて用いられたマルチホーミング技術を効率よく利用し、イグレスリンクの障害によって生じる不適当な影響を最小限に抑えることが可能となる。ここで開示された発明を用いて、モバイルルータは、ホームエージェントとの双方向トンネルを再構築するために、代替経路をアクティブに検索することが可能となり、その結果、モバイルルータに接続する各モバイルノードがデフォルトルータを切り替える処理（通常、この処理は時間を要する）を行う必要をなくすことが可能となり、リンクの障害による切断の影響が最小限に抑えることが可能となる。

本明細書は、2002年12月26日出願の特願2002-378457に基づく。この内容はすべてここに含めておく。

20 産業上の利用可能性

本発明のモバイルネットワーク制御装置およびモバイルネットワーク制御方法は、モバイルネットワークのノードに処理負荷を与えず伝送効率を向上させる効果を有し。グローバルネットワークとの接続経路を複数有するモバイルネットワーク制御装置およびそのモバイルネットワーク制御方法として有用である。

請求の範囲

1. モバイルネットワークに属するノードとグローバルネットワークとの間に構築され且つ前記グローバルネットワークへの接続経路を有するインタフェースを有し前記モバイルネットワークに属するルータ装置を介して構築された接続を維持するモバイルネットワーク制御装置であって、
前記ルータ装置の第一のインタフェースを用いて実行されたパケットトンネリングの障害を検知する検知手段と、
検知されたパケットトンネリングの障害に従って、前記ルータ装置の第二のインタフェースを検索する検索手段と、
検索された第二のインタフェースを第一のインタフェースの代わりに用いてパケットトンネリングを実行する実行手段と、
を有する、モバイルネットワーク制御装置。
2. 前記検索手段は、
前記グローバルネットワークへの接続経路を有し前記モバイルネットワークに属する代替ルータ装置を検索する代替ルータ検索手段を有し、
前記ルータ装置に備えられたインタフェースのうち検索された代替ルータ装置への接続経路を有するイングレスインタフェースを第二のインタフェースに決定する、請求の範囲 1 記載のモバイルネットワーク制御装置。
3. 前記検索手段は、
前記イングレスインタフェースのアドレスと前記ルータ装置のアドレスとの結合を登録する登録手段を有し、
前記代替ルータ検索手段は、
前記登録手段が前記結合の登録に失敗した場合、他の代替ルータ装置を検索する、請求の範囲 2 記載のモバイルネットワーク制御装置。
4. 前記登録手段は、
前記イングレスインタフェースの現在のアドレスがグローバルアドレスで

ない場合、検索された代替ルータ装置からグローバルアドレスを取得し、取得されたグローバルアドレスと前記ルータ装置のアドレスとの結合を登録する、請求の範囲 3 記載のモバイルネットワーク制御装置。

5. 前記代替ルータ検索手段は、

- 5 前記登録手段がグローバルアドレスの取得に失敗した場合、他の代替ルータを検索する、請求の範囲 4 記載のモバイルネットワーク制御装置。

6. 前記検索手段は、

前記ルータ装置に備えられたインタフェースのうち前記グローバルネットワークへの接続経路を有する代替イグレスインタフェースを検索する代替イ

- 10 ンタフェース検索手段を有し、

前記代替インタフェース検索手段によって代替イグレスインタフェースが検索された場合、当該代替イグレスインタフェースを第二のインタフェースに決定し、

前記代替ルータ検索手段は、

- 15 前記代替インタフェース検索手段によって代替イグレスインタフェースが検索されなかった場合、代替ルータ装置の検索を行う、請求の範囲 2 記載のモバイルネットワーク制御装置。

7. 前記検索手段は、

検索された代替イグレスインタフェースのアドレスと前記ルータ装置のア

- 20 ドレスとの結合を登録する登録手段を有し、

前記代替ルータ検索手段は、

前記登録手段が前記結合の登録に失敗した場合、他の代替イグレスインタフェースを検索する、請求の範囲 6 記載のモバイルネットワーク制御装置。

8. モバイルネットワークに属するノードとグローバルネットワークとの

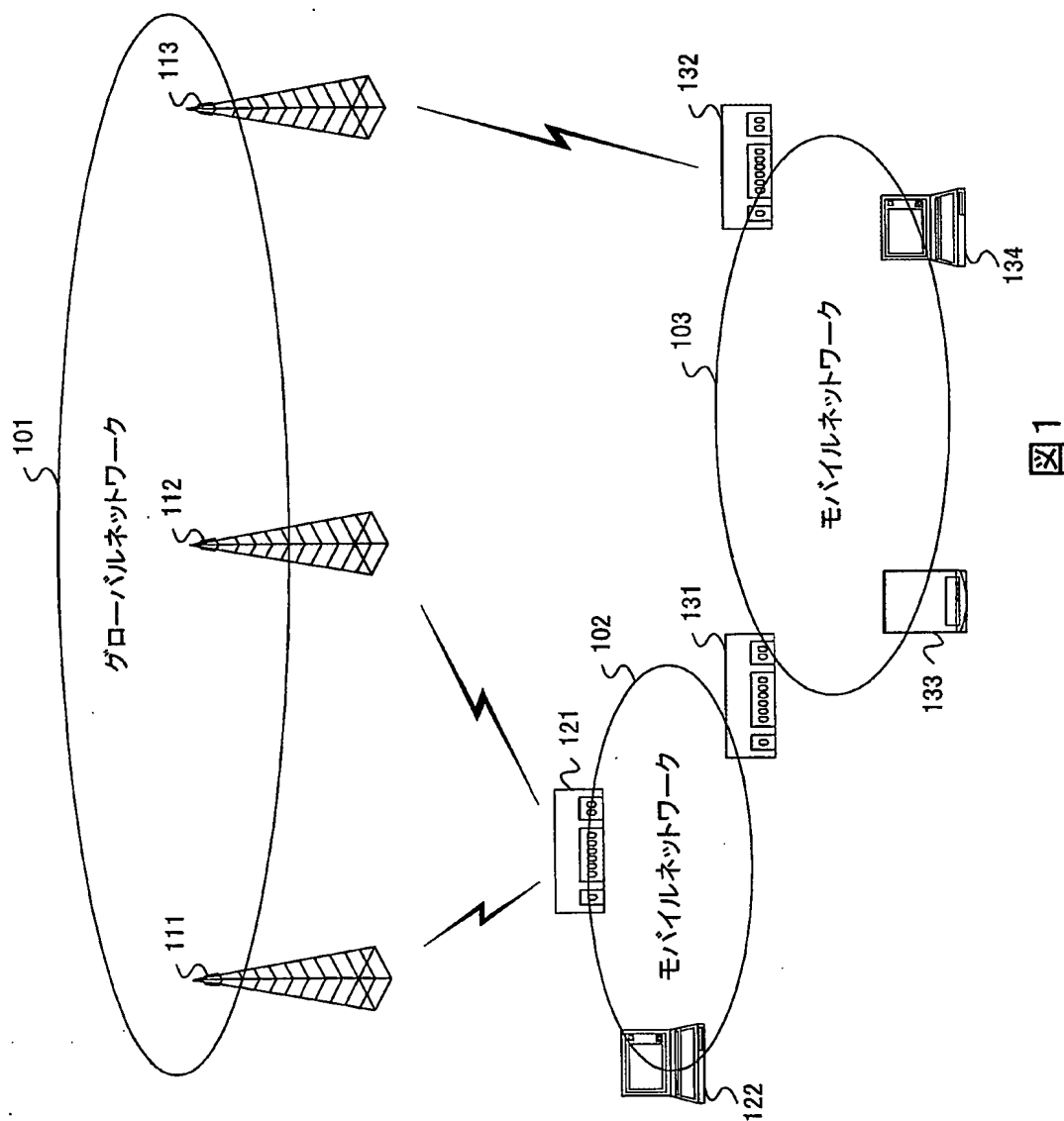
- 25 間に構築され且つ前記グローバルネットワークへの接続経路を有するインタフェースを有し前記モバイルネットワークに属するルータ装置を介して構築された接続を維持するモバイルネットワーク制御方法であって、

前記ルータ装置の第一のインタフェースを用いて実行されたパケットトンネリングの障害を検知する検知ステップと、

前記検知ステップで検知したパケットトンネリングの障害に従って、前記ルータ装置の第二のインタフェースを検索する検索ステップと、

- 5 前記検索ステップで検索した第二のインタフェースを第一のインタフェースの代わりに用いてパケットトンネリングを実行する実行ステップと、
を有する、モバイルネットワーク制御方法。

1/5



2/5

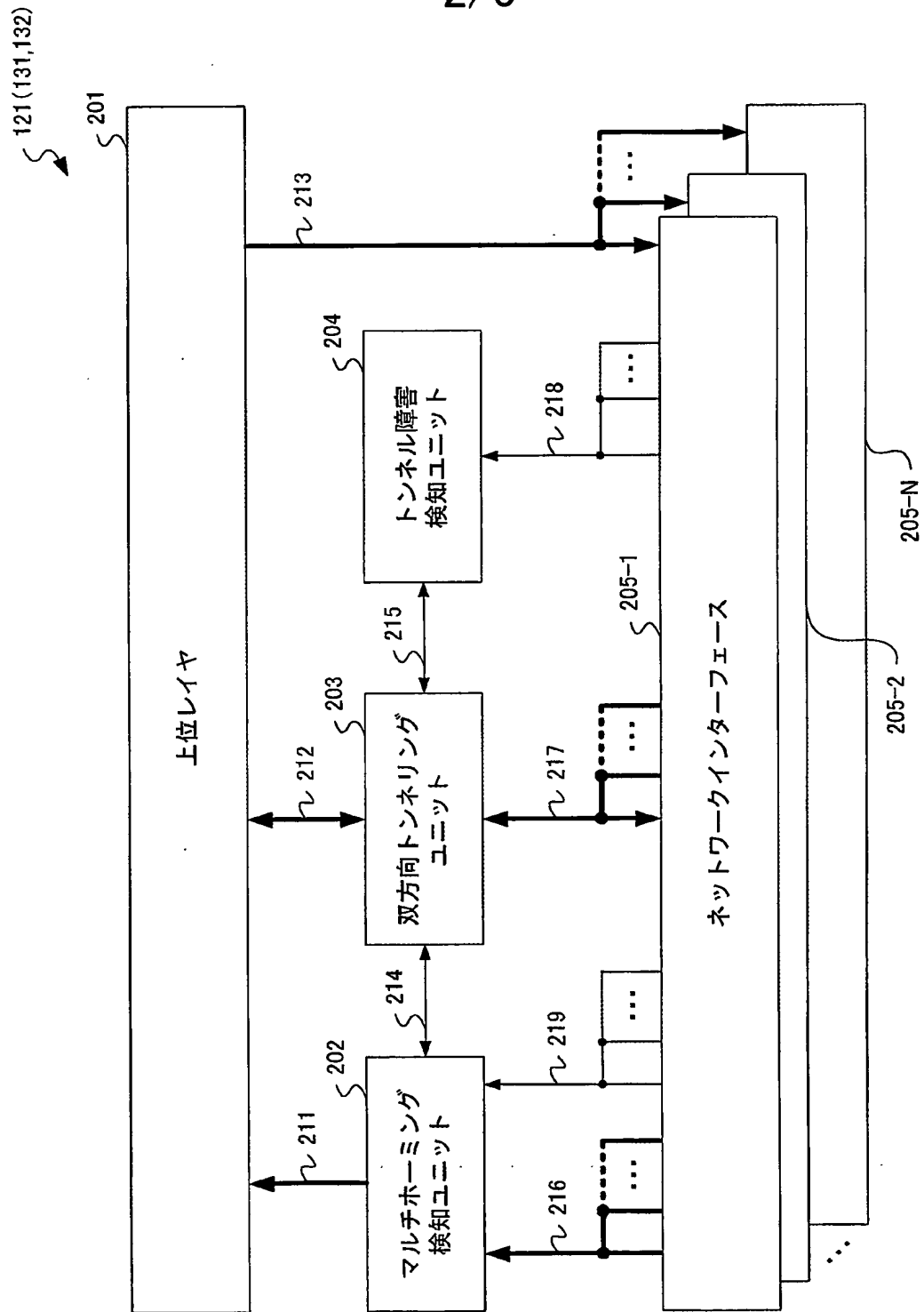


図2

3/5

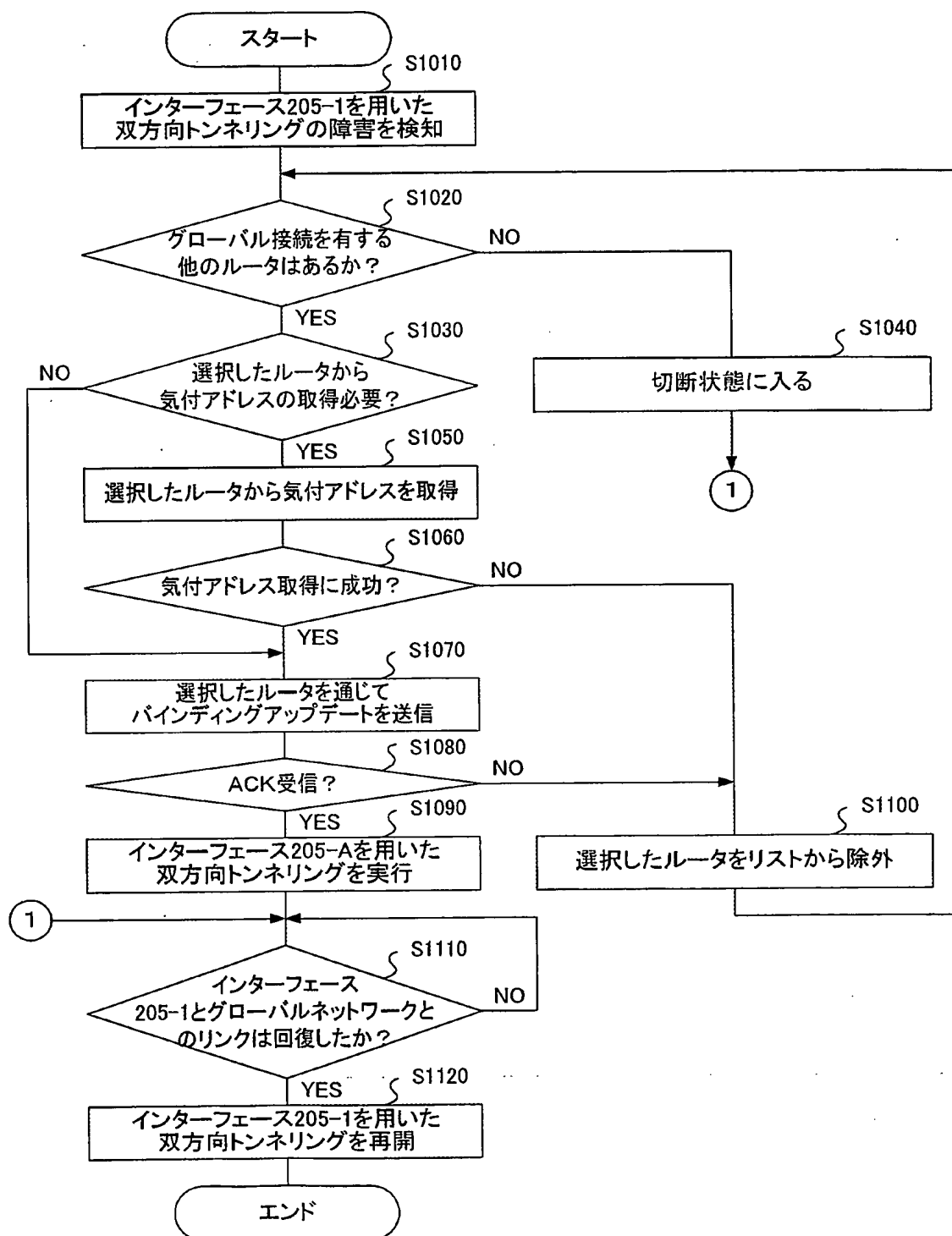


図3

4/5

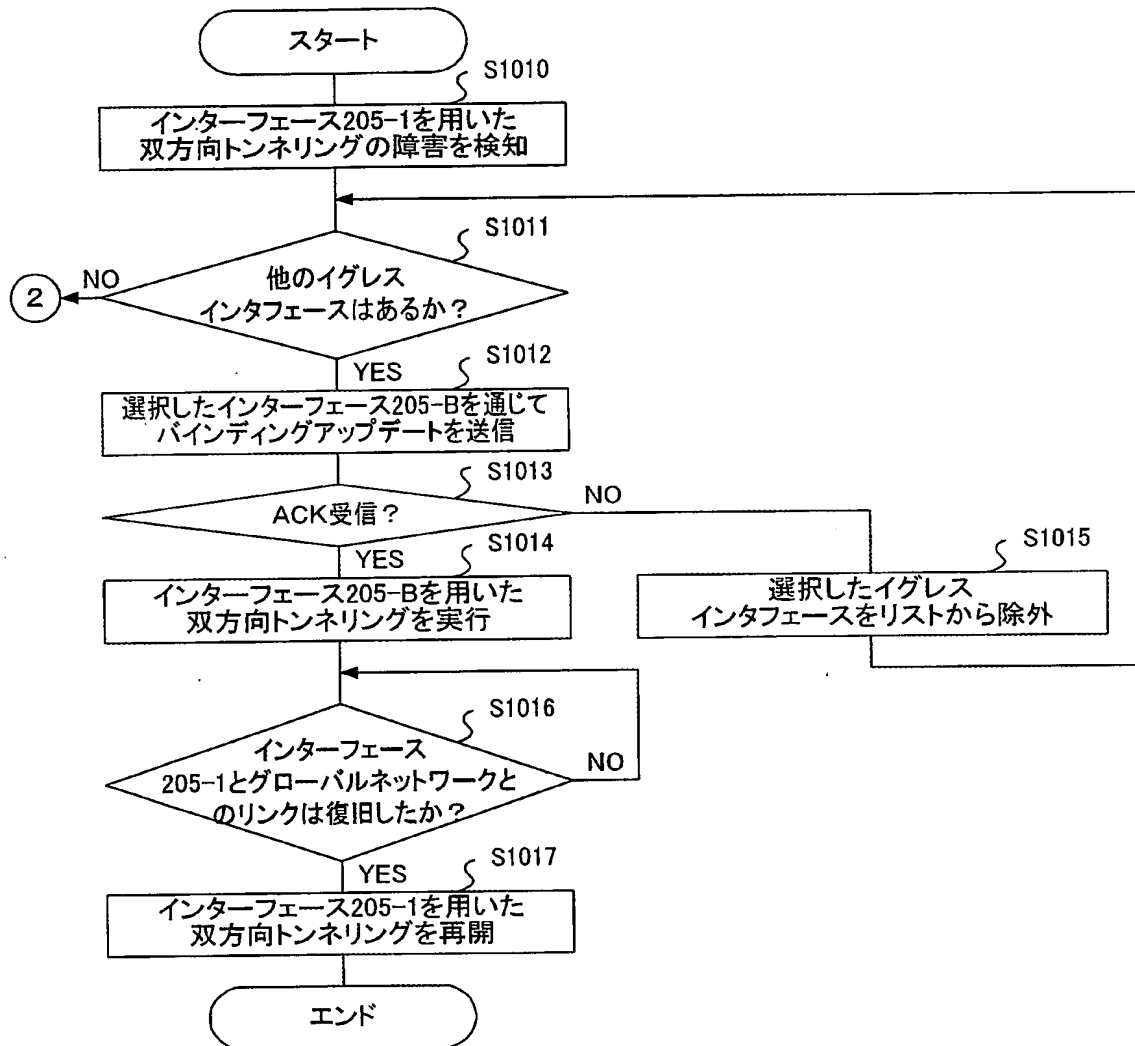


図4A

5/5

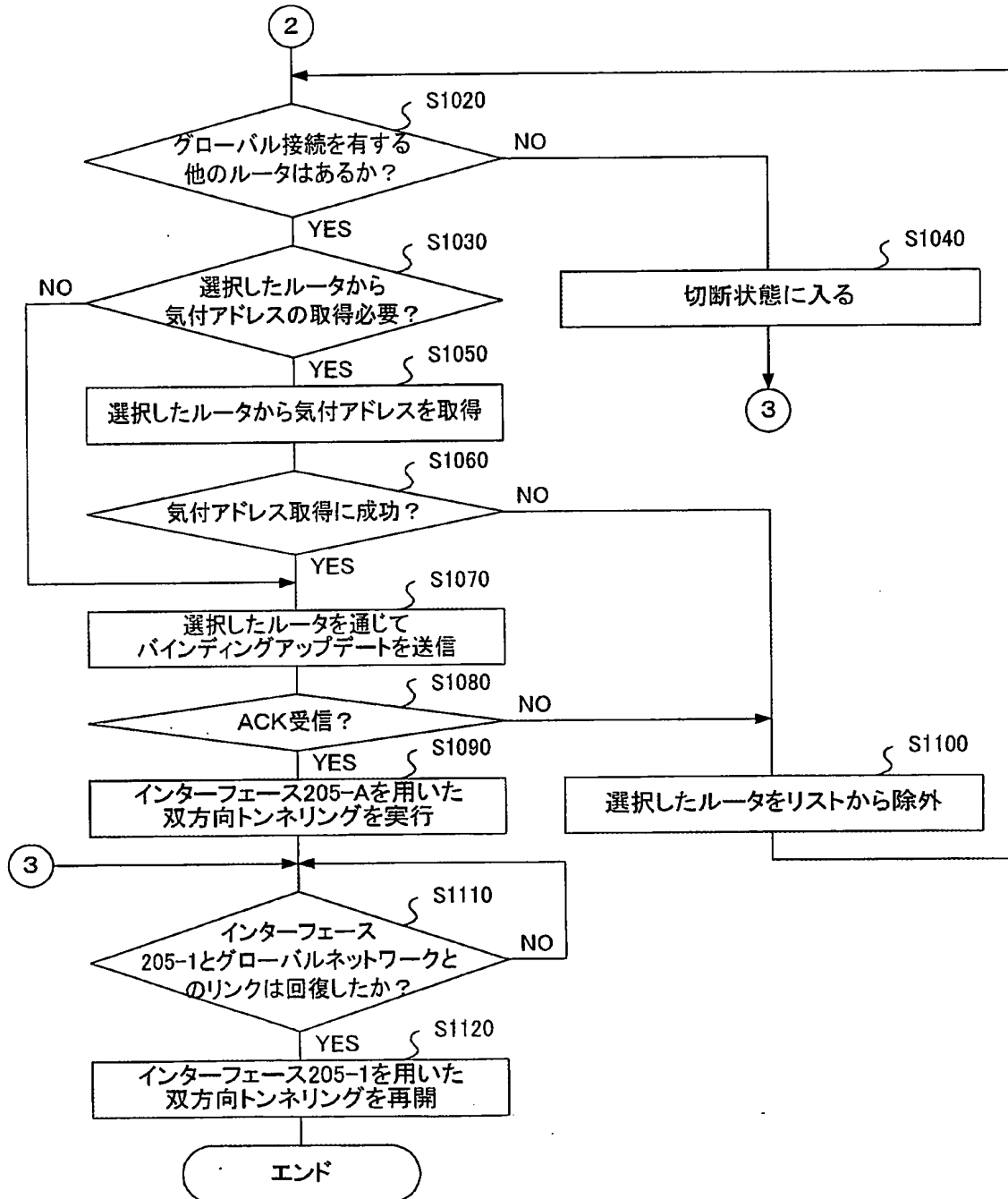


図4B